

**PENGENDALIAN AIR CONDITIONER DARI JARAK JAUH
MENGUNAKAN ARDUINO DAN WIFI**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Informatika Fakultas Komunikasi dan Informatika**

Oleh:

DIKA ARDI KURNIAWAN

L 200 130 147

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGENDALIAN AIR CONDITONER DARI JARAK JAUH
MENGUNAKAN ARDUINO DAN WIFI**

PUBLIKASI ILMIAH

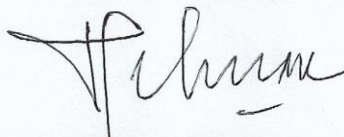
oleh:

DIKA ARDI KURNIAWAN

L 200 130 147

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Helman Muhammad, S.T., M.T.

NIK.1564

HALAMAN PENGESAHAN

PENGENDALIAN AIR CONDITIONER DARI JARAK JAUH MENGUNAKAN ARDUINO DAN WIFI

OLEH

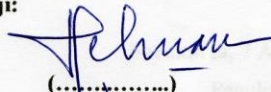


DIKA ARDI KURNIAWAN

L 200 130 147

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Komunikasi dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 7 April 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Helman Muhammad, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Nurgiyatna, S.T., M.Sc., Ph.D.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dr. Heru Supriyono, M.Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

(.....)

(.....)

Publikasi ilmiah ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar sarjana

Tanggal 7 April 2018

Mengetahui,



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
FAKULTAS KOMPUTER DAN INFORMATIKA
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 April 2018

Penulis



DIKA ARDI KURNIAWAN

L 200 130 147



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Telp. (0271)717417, 719483 Fax (0271) 714448
Surakarta 57102 Indonesia. Web: <http://informatika.ums.ac.id>. Email: informatika@ums.ac.id

SURAT KETERANGAN LULUS PLAGIASI

No Surat 161/A.3-11.3/INF-FKI/18/2018

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Biro Skripsi Program Studi Informatika menerangkan bahwa :

Nama : Dika Ardi Kurniawan
NIM : L 200 130 147
Judul : Pengendalian Air Conditioner Dari Jarak Jauh Menggunakan Arduino
Dan Wifi
Program Studi : Informatika
Status : **Lulus**

Adalah benar-benar sudah lulus pengecekan plagiasi dari Naskah Publikasi Skripsi, dengan menggunakan aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta, 11 April 2018

Biro Skripsi Informatika

Ihsan Cahyo Utomo, S.Kom., M.Kom.



PENGENDALIAN AC DARI JARAK JAUH MENGGUNAKAN ARDUINO DAN JARINGAN WIFI

Dika Ardi Kurniawan, Helman Muhammad

dikaardikurniawan@gmail.com

Abstrak

Kegiatan perkuliahan di ruang kelas FKI UMS selalu menggunakan AC (*Air Conditioner*) yang pengoperasiannya masih dilakukan secara lokal melalui remote control yang tersedia di setiap kelas. Dengan banyaknya kelas yang ada, cara lokal ini cukup memberatkan bagi karyawan yang bertugas mengelola AC. Kenyataan ini memunculkan ide mengenai pembuatan suatu sistem kendali AC jarak jauh (dari luar kelas). Dalam tugas akhir ini *prototype* dari sistem semacam itu diwujudkan dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560 sebagai perangkat pengendali, jaringan wifi UMS sebagai jalur komunikasi, dan *smartphone* atau komputer sebagai perangkat penyedia *user interface*. Langkah untuk mewujudkannya mengikuti tahap-tahap pada metode *prototyping*, yang terdiri atas analisis kebutuhan, pengembangan *prototype*, dan pengujian *prototype*. Rangkaian *hardware* yang dibangun terdiri atas Arduino Mega 2560 yang dilengkapi dengan IR receiver, IR transmitter, LDR, dan sensor suhu. *Software* yang digunakan adalah Arduino IDE, Notepad++, Apache, MySQL, dan PHP. *User interface* yang dihasilkan berupa halaman *web responsive* yang menyediakan tombol-tombol seperti yang terdapat pada remote control AC, ditambah dengan informasi mengenai suhu ruangan dan status AC. Semua tombol yang terdapat pada tampilan *web* telah bekerja sesuai dengan fungsinya dengan ketepatan mencapai 100% dari 17 kali percobaan. Jarak terjauh yang dimungkinkan antara rangkaian *hardware* dengan AC adalah 8 meter tanpa penghalang. Sistem ini akan memudahkan pegawai dalam mengelola pengoperasian AC di setiap ruang kelas FKI UMS, dan sekaligus dapat meningkatkan efisiensi penggunaan listrik.

Kata Kunci: Arduino Mega 2560, *Air Conditioner*, wifi.

Abstract

Page: 2 of 16

Word Count: 3783

Text-only Report

Search

Match Overview

19%

1	eprints.ums.ac.id Internet Source	9%	>
2	jurnal.darmajaya.ac.id Internet Source	2%	>
3	ahmadbidawi141052.b... Internet Source	1%	>
4	eprints.uny.ac.id Internet Source	1%	>
5	agungmutaqin96.blogs... Internet Source	1%	>
6	sir.stikom.edu Internet Source	1%	>
7	Submitted to Nottingha... Student Paper	1%	>

PENGENDALIAN AC DARI JARAK JAUH MENGGUNAKAN ARDUINO DAN JARINGAN WIFI

Abstrak

Kegiatan perkuliahan di ruang kelas FKI UMS selalu menggunakan AC (*Air Conditioner*) yang pengoperasiannya masih dilakukan secara lokal melalui *remote control* yang tersedia di setiap kelas. Dengan banyaknya kelas yang ada, cara lokal ini cukup memberatkan bagi karyawan yang bertugas mengelola AC. Kenyataan ini memunculkan ide mengenai pembuatan suatu sistem kendali AC jarak jauh (dari luar kelas). Dalam tugas akhir ini *prototype* dari sistem semacam itu diwujudkan dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560 sebagai perangkat pengendali, jaringan *wifi* UMS sebagai jalur komunikasi, dan *smartphone* atau komputer sebagai perangkat penyedia *user interface*. Langkah untuk mewujudkannya mengikuti tahap-tahap pada metode *prototyping*, yang terdiri atas analisis kebutuhan, pengembangan *prototype*, dan pengujian *prototype*. Rangkaian *hardware* yang dibangun terdiri atas Arduino Mega 2560 yang dilengkapi dengan IR *receiver*, IR *transmitter*, LDR, dan sensor suhu. *Software* yang digunakan adalah Arduino IDE, Notepad++, Apache, Mysql, dan PHP. *User interface* yang dihasilkan berupa halaman *web responsive* yang menyediakan tombol-tombol seperti yang terdapat pada *remote control* AC, ditambah dengan informasi mengenai suhu ruangan dan status AC. Semua tombol yang terdapat pada tampilan *web* telah bekerja sesuai dengan fungsinya dengan ketepatan mencapai 100% dari 17 kali percobaan. Jarak terjauh yang dimungkinkan antara rangkaian *hardware* dengan AC adalah 8 meter tanpa penghalang. Sistem ini akan memudahkan pegawai dalam mengelola pengoperasian AC di setiap ruang kelas FKI UMS, dan sekaligus dapat meningkatkan efisiensi penggunaan listrik.

Kata Kunci: Arduino Mega 2560, *Air Conditioner*, *wifi*.

Abstract

Lecture activities in the classrooms of FKI UMS always use AC (air conditioner) whose operation is still done locally through a remote control that is available in every classroom. With the many classrooms that exist, this local way is quite burdensome for employees who are in charge of managing the AC. This fact raises the idea of making an AC remote (i.e. off classroom) control system. In this final project a prototype of such system was realized by utilizing Arduino Mega 2560 as the controlling device, UMS wifi network as the communication channel, and smartphone or computer as the user interface provider. Steps to realize it followed the stages in the prototyping method, which consists of requirement analysis, prototype development, and prototype testing. The built hardware circuit consists of Arduino Mega 2560 equipped with IR receiver, IR transmitter, LDR, and temperature sensor. The software used were Arduino IDE, Notepad ++, Apache, Mysql, and PHP. The resulting user interface consists of responsive web pages that provide buttons like those on the AC remote control, plus information about room temperature and AC status. All the buttons on the web pages work in accordance with their functions, with 100% accuracy from 17 experiments. The furthest possible distance between the hardware circuit and the AC is 8 meters without obstructions. This system will facilitate employees in managing the AC operation in

every FKI UMS classroom, and at the same time can improve the efficiency of electricity usage.

Key: Arduino Mega 2560, Air Conditioner, wifi.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan perkuliahan yang dilaksanakan di setiap kelas FKI UMS (Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta) selalu menggunakan peralatan elektronik seperti lampu, kipas angin, AC (*Air Conditioner*), dan proyektor LCD, yang dalam pengoperasiannya masih dilakukan secara lokal melalui saklar atau *remote control* yang terdapat di dalam setiap kelas. Mengingat banyaknya ruang kelas di lingkungan FKI UMS, cara lokal itu dapat memberatkan karyawan yang bertugas untuk mengelola peralatan tersebut. Ketika kegiatan perkuliahan telah selesai, seingkali terlihat peralatan tersebut masih dalam keadaan hidup. Hal ini dapat menyebabkan penggunaan listrik yang tidak efisien. Kenyataan ini memunculkan ide untuk membuat sebuah sistem yang dapat mempermudah pekerjaan pengelolaan peralatan tersebut.

Di lingkungan FKI UMS telah tersedia jaringan *wifi* yang dapat menjangkau semua ruang kelas yang ada. Jaringan *wifi* ini dapat digunakan untuk membuat suatu sistem pengendali peralatan di setiap ruang kelas dari jarak jauh (dari luar ruang kelas). Dalam penelitian ini pengendalian dibatasi hanya pada AC saja. Jaringan *wifi* digunakan sebagai jalur komunikasi, sedangkan pengendaliannya menggunakan Arduino Mega 2560 dan antarmuka pengendali (*user interface*) melalui *smartphone* atau komputer.

Untuk mendukung pembangunan sistem ini, terdapat beberapa karya yang digunakan sebagai rujukan. Menurut Banzi (2009) Arduino adalah alat untuk membuat aplikasi interaktif, yang dirancang untuk mempermudah proyek bagi pemula, tapi masih fleksibel bagi para ahli untuk mengembangkan proyek-proyek yang kompleks. Secara umum Arduino terdiri atas dua bagian, yaitu *hardware* dan *software*.

Hardware Arduino meliputi *board input* dan *output* (I/O). Sedangkan *software* Arduino meliputi IDE (*Integrated Development Environment*) untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program. IDE adalah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* program menjadi kode biner dan meng-*upload* program ke dalam memori mikrokontroler (Djuandi, 2011). Arduino juga dapat menggabungkan beberapa *Module* yang berbeda, seperti *Bluetooth Module*, *Wireless Module*, dan sebagainya, untuk dikembangkan menjadi berbagai macam aplikasi pada berbagai bidang (Dai, Chen, & Yang, 2016).

Saputro (2017) memanfaatkan Arduino Mega 2560 untuk membuat rangkaian *prototype* pengendali Proyektor LCD jarak jauh berbasis *web*. Arduino Mega 2560 digunakan sebagai perangkat pengendalinya dan jaringan *wifi* berperan sebagai infrastruktur komunikasinya. IR (*Infra Red*) Receiver digunakan untuk merekam IR Code dari *remote control* Proyektor LCD, sedangkan IR Transmitter digunakan untuk mengirimkan IR Code ke Proyektor LCD. Dari hasil pengujian, jarak paling jauh yang dapat dijangkau IR Transmitter dalam mengirim IR Code adalah 8 meter. Semua tombol pengendali yang terdapat pada halaman web dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing masing dengan tingkat kecocokan mencapai 100% dari 19 kali percobaan.

Ardiyanto & Nurfiana (2015) dalam penelitiannya membangun sistem yang terdiri atas Arduino Uno untuk membuat sistem kontrol intensitas cahaya menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) pada kandang puyuh. Dari hasil pengujian alat ini bekerja pada jam yang telah dijadwalkan, dan ketika intensitas cahaya kurang dari *set point* yang telah ditentukan maka dua buah led cadangan akan hidup untuk menambah intensitas cahaya yang dibutuhkan. Jika intensitas cahaya pada kandang puyuh lebih dari *set point* yang ditentukan maka dua buah led akan mati. Tsauqi dkk. (2016) juga memanfaatkan Arduino Uno dan LDR untuk membuat rangkaian saklar otomatis di rumah melalui jaringan internet.

Pandikkumar dkk. (2017) dalam penelitiannya membangun sebuah sistem pengendalian AC yang terdiri atas Arduino Uno sebagai pengendali, modul *wifi* sebagai jalur komunikasi, dan modul sensor IR untuk mengirimkan perintah ke AC. Pengendalian AC dilakukan melalui halaman *web* untuk mengontrol dan memantau suhu, kelembaban serta waktu kerja AC melalui internet. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun memberikan kemudahan pengguna untuk mengontrol AC dari mana saja dan kapan saja, dan penghematan signifikan dalam tagihan listrik.

Berbekal gagasan yang dimunculkan dalam rujukan-rujukan tersebut, disusunlah rancangan sistem pengendalian AC dari jarak jauh menggunakan Arduino Mega 2560 dan jaringan *wifi*, dan *smartphone* atau komputer.

2. METODE

Dalam pembuatan sistem pengendalian AC dari jarak jauh ini digunakan metode *prototyping*. Metode *prototyping* ini terbagi atas beberapa tahap yang akan dilaksanakan yaitu tahap analisis kebutuhan, tahap pengembangan *prototype*, dan tahap pengujian *prototype*.

2.1 Tahap Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan merupakan tahap pertama dalam *prototyping*. Pada tahap ini dilakukan analisis untuk menentukan alat dan bahan apa saja yang digunakan dalam pembuatan rangkaian sistem pengendali AC. Kebutuhan tersebut meliputi *hardware* dan *software*.

2.1.1 Kebutuhan Hardware

Dalam penelitian ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki spesifikasi yang lebih tinggi dibanding dengan Arduino UNO R3, salah satunya dalam hal ukuran memori. Arduino Mega 2560 memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 pin I/O digital (15 pin di antaranya adalah PWM), 16 pin input analog, 4 pin UART (*serial port*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah osilator 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, *header* ICSP, dan tombol reset. IR *Receiver* digunakan untuk menerima dan merekam sinyal IR *Code* dari *remote control* AC, sedangkan IR *Transmitter* digunakan untuk mengirim sinyal IR *Code* ke AC. Untuk dapat terhubung ke jaringan *wifi* UMS, *Ethernet Shield* terlebih dahulu dihubungkan dengan menggunakan kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) Cross dan dikonfigurasi dengan *Access Point*. *Access Point* diatur dalam mode *wireless client* sehingga Arduino dapat menangkap sinyal yang dipancarkan dari Router *wifi* UMS.

Modul sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya. Sensor LDR memiliki tegangan input sebesar 3,3V sampai 5V dan output berupa data analog dan digital. Sensor LDR dalam penelitian ini digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya dari lampu indikator AC, apakah AC dalam keadaan status *ON* atau status *OFF*. Terakhir adalah sensor suhu. Pada penelitian ini sensor suhu yang digunakan adalah LM35 dengan sumber tegangan DC +5 volt. Sensor suhu LM35 juga memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mV/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius. Sensor suhu digunakan untuk memantau suhu ruangan sebagai masukan dalam melakukan pengendalian.

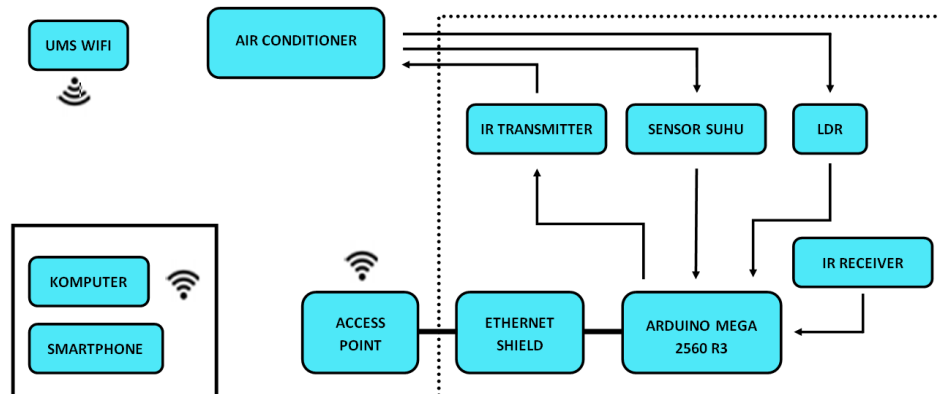
2.1.2 Kebutuhan Software

Dalam penelitian ini software yang digunakan antara lain Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), Notepad++, dan XAMPP. Arduino IDE digunakan untuk membuat dan mengunggah *sketch* program ke Arduino. Di dalam Arduino IDE sudah terdapat berbagai macam *library* yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini, penulis juga menggunakan *library* tambahan selain yang terdapat pada Arduino IDE, yaitu IR *Remote*, dan sensor suhu. Notepad++ digunakan untuk membuat halaman *web* pengendalian AC. Software selanjutnya adalah XAMPP, yaitu paket *software* yang di dalamnya terdapat Apache, Mysql dan PHP. Apache adalah *web server* yang berperan untuk melayani *request* dari perangkat *client*. Mysql adalah pengelola *database* yang

digunakan untuk menyimpan data *user*. PHP digunakan untuk pembuatan halaman *web*, pengolahan data di *database*, dan pengolahan data hasil pembacaan sensor suhu serta sensor cahaya (LDR).

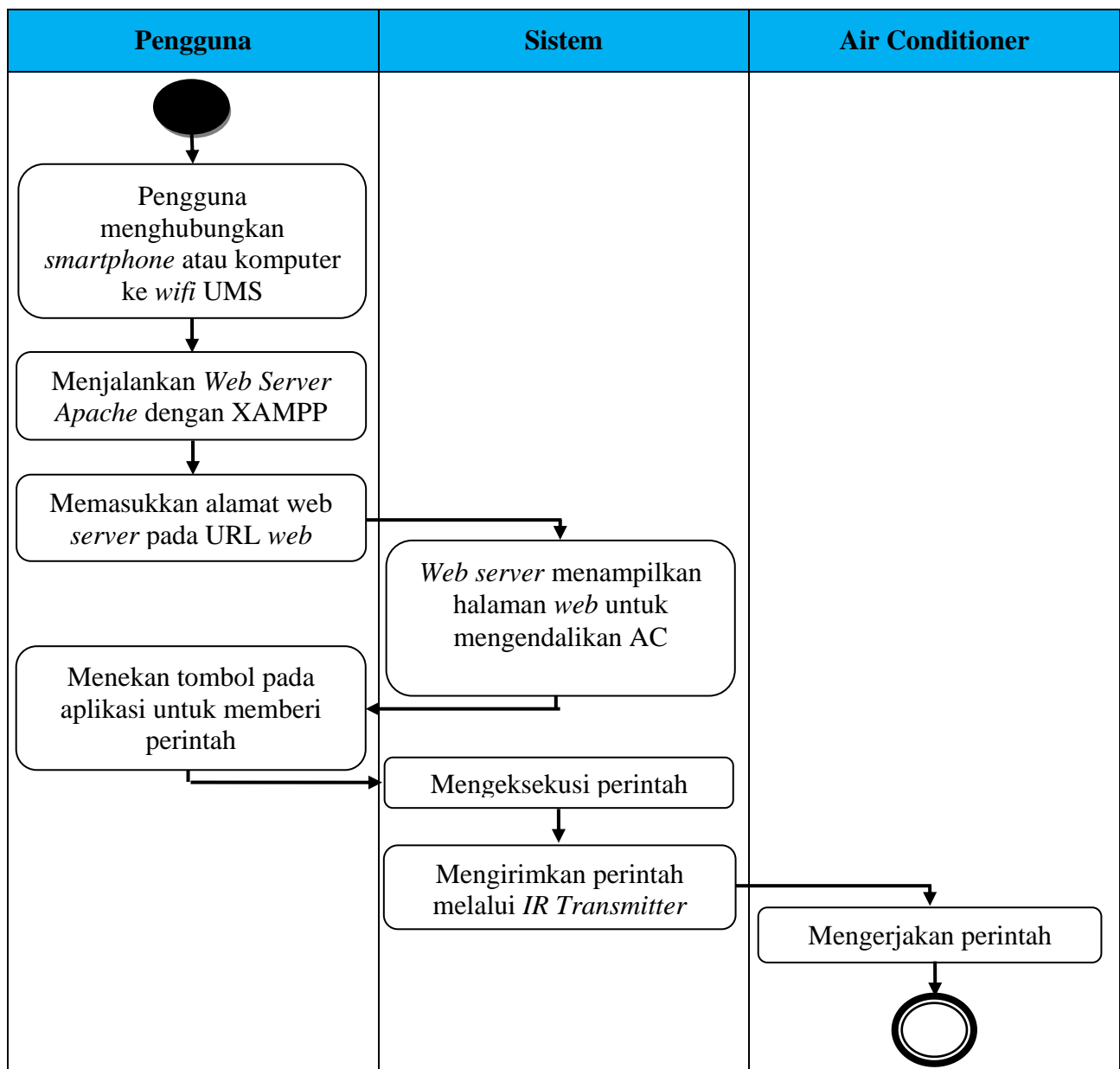
2.2 Tahap Pengembangan Prototype

Tujuan dari pembangunan sistem pengendali jarak jauh ini adalah untuk memudahkan karyawan dalam mengendalikan dan memantau AC dari tempat yang jauh menggunakan *smartphone* atau komputer yang telah terhubung ke jaringan *wifi* UMS sebagai jalur komunikasinya. Desain sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



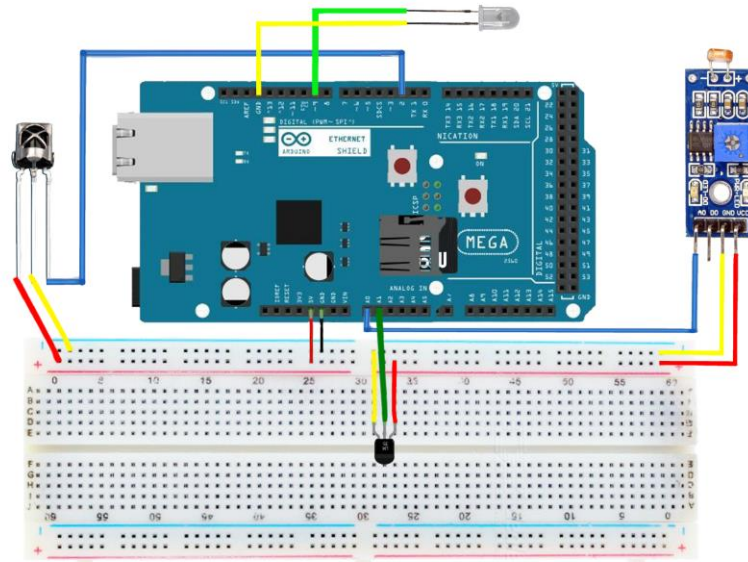
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pengendali AC

Secara singkat cara kerja dari sistem tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Dimulai dari *smartphone*/komputer dan Arduino yang telah terhubung dengan jaringan *wifi* UMS. Arduino berperan sebagai pengendali dan *server*. *Web browser* digunakan untuk menampilkan *user interface* dari sistem pengendalian dan pemantauan AC yang terdapat pada *smartphone*/komputer, sehingga dari *smartphone*/komputer tersebut pengguna mampu mengakses halaman *web* yang tersimpan pada jaringan lokal melalui *web browser* dengan langkah awal menjalankan Apache dengan XAMPP. Selanjutnya pengguna memasukkan alamat *web server* (*localhost/nama_folder/nama_file.php*) di *web browser* pada bagian URL. Permintaan ini akan ditanggapi oleh *web server* dengan menampilkan sebuah halaman *web* yang sebelumnya telah diinputkan padanya. Di halaman *web* tersebut terdapat beberapa pilihan menu untuk mengendalikan AC. Pengendalian AC dapat dilakukan dari halaman *web* tersebut dengan menekan salah satu tombol kendali, lalu Arduino akan mengirimkan sinyal IR *Code* menuju AC melalui IR *Transmitter*. *Access Point* berperan sebagai *wireless adapter* sehingga Arduino dapat terhubung dengan jaringan *wifi* UMS melalui *Ethernet Shield*. Selain itu ditambahkan juga fitur untuk memantau status kondisi AC dan suhu ruangan. Diagram aktifitas sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



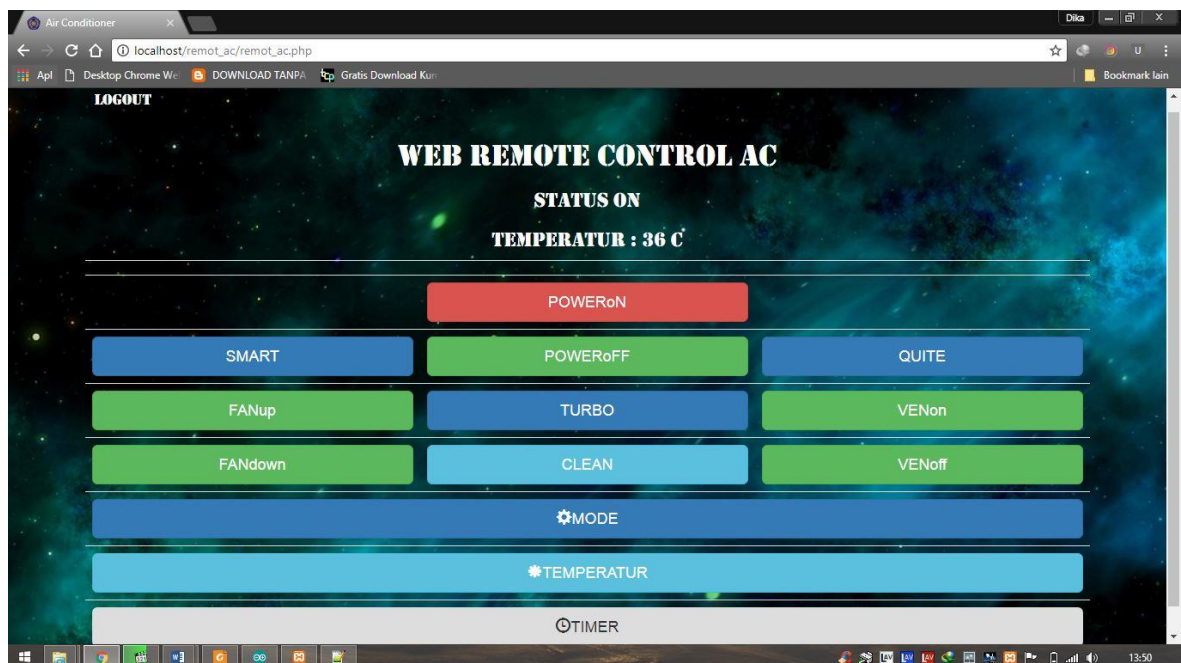
Gambar 2. Diagram Aktivitas Sistem Pengendali AC

Pada Gambar 3 ditunjukkan rancangan *hardware* dari sistem pengendali AC yang memanfaatkan Arduino Mega 2560.



Gambar 3. Rancangan *hardware* Sistem Pengendali AC

Tampilan *user interface* dibuat dengan desain yang sederhana, tujuannya untuk memudahkan *user* dalam menjalankan sistem. Rancangan *user interface* sistem pengendali AC dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan *User Interface* Sistem Pengendali AC

Pada tampilan *user interface* terdapat berbagai macam tombol, yang disesuaikan dengan nama dan fungsi tombol pada *remote control* AC. Tujuannya agar lebih mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna saat mengendalikan AC. Pada Gambar 5 ditunjukkan gambar *remote control* AC yang digunakan sebagai acuan.



Gambar 5. Remote Control AC

Daftar nama tombol beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar tombol sistem pengendali AC

Nama	Fungsi
Tombol on	Menghidupkan AC
Tombol off	Mematikan AC
Tombol mode auto	Mengatur secara otomatis suhu
Tombol mode cool	Mengatur suhu dingin
Tombol mode dry	Mengatur suhu sedang
Tombol mode fan	Mengatur fan
Tombol mode heat	Mengatur suhu panas
Tombol smart	Mengatur secara otomatis
Tombol turbo	Mengatur AC lebih cepat dingin/panas
Tombol clean	Mengembalikan ke pengaturan default
Tombol temperature	Mengatur suhu
Tombol ventON	Mengatur vent berjalan
Tombol ventOFF	Mengatur vent berhenti
Tombol fanUP	Mengatur kecepatan kipas bertambah
Tombol fanDown	Mengatur kecepatan kipas berkurang
Tombol 30 menit	Mengatur AC mati dalam 30 menit
Tombol 60 menit	Mengatur AC mati dalam 60 menit
Tombol 90 menit	Mengatur AC mati dalam 90 menit

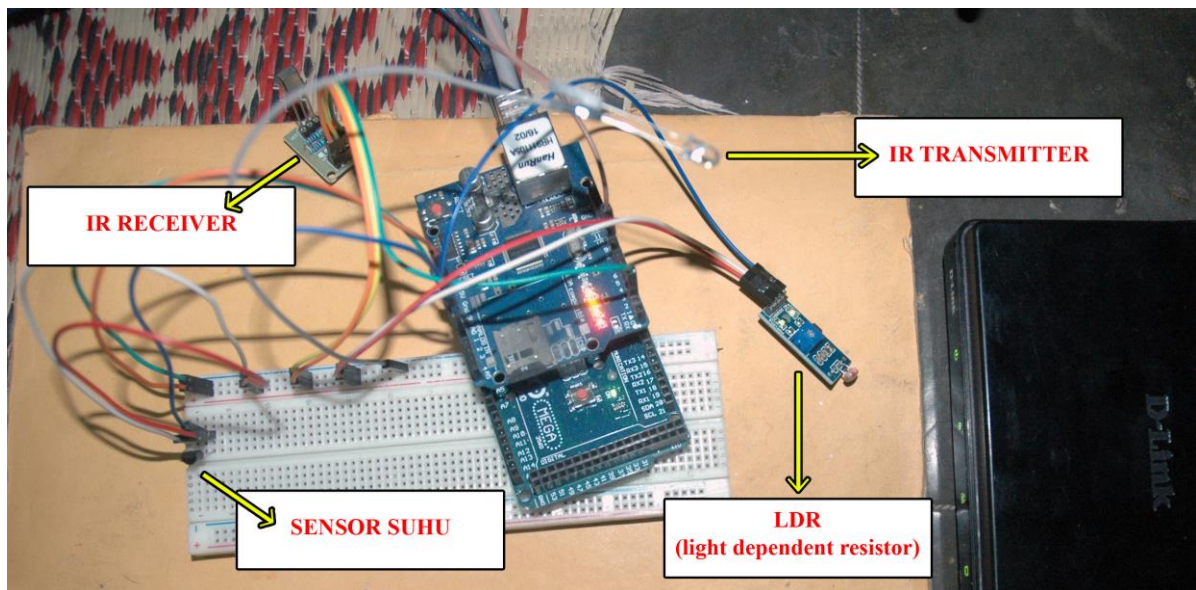
Selain terdapat tombol-tombol untuk pengendalian AC, pada tampilan *user interface* ditambahkan tampilan informasi mengenai status kondisi AC (hidup atau mati) dan tampilan informasi mengenai suhu (untuk menunjukkan suhu ruangan pada saat itu). Semua tampilan dan

tombol pengendalian tersebut berjalan secara *realtime* yang artinya status serta tombol pengendalian dapat berjalan tanpa harus melakukan *reload* halaman *web*.

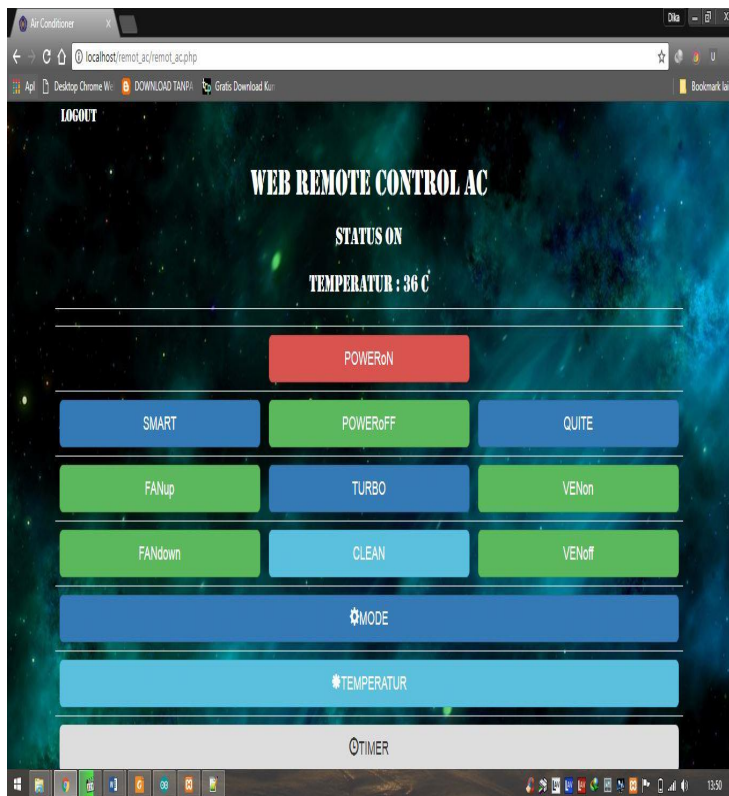
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

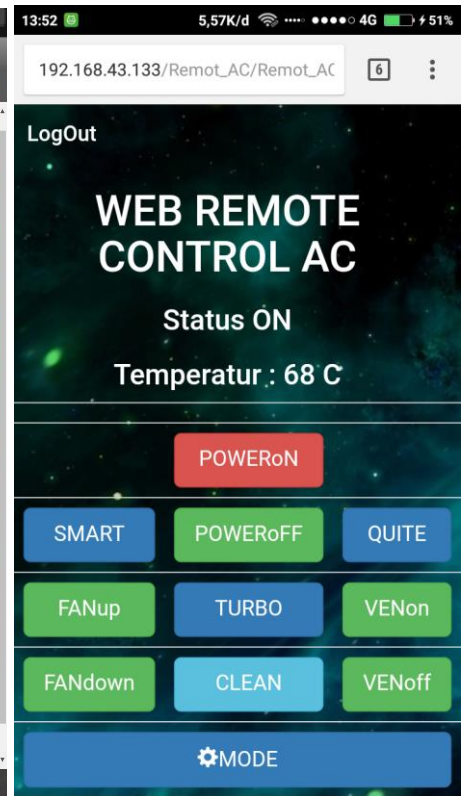
Dari hasil penelitian ini telah berhasil diciptakan suatu rangkaian sistem pengendalian AC yang ditunjukkan pada Gambar 6. Rangkaian tersebut terdiri atas sebuah sistem berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengendali AC. *IR Receiver* digunakan untuk menerima dan merekam sinyal *IR Code* dari *remote control* AC. *IR Transmitter* digunakan untuk mengirim sinyal *IR code* ke AC. Sensor cahaya atau LDR (*light dependent resistor*) digunakan sebagai pendeteksi status dari AC dan sensor suhu digunakan untuk mengetahui keadaan suhu ruangan secara *realtime*. Kemudian tampilan *user interface* dari sistem pengendalian AC dapat diakses melalui *smarthphone* maupun komputer, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Rangkaian sistem pengendali AC



(a)



(b)

Gambar 7. Tampilan *user interface* sistem pengendali AC: (a) Tampilan di laptop, (b) Tampilan di *smartphone*

Pengujian *hardware* dilakukan dengan menguji kualitas pengiriman *IR Code* berdasarkan jarak antara *IR Transmitter* pada Arduino Mega 2560 dengan AC. Hasil pengujian tersebut di tunjukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kualitas pengiriman *IR Code*

Jarak (meter)	Hasil (Tanpa Penghalang)	Hasil (Dengan Penghalang)
1	Berfungsi	Tidak Berfungsi
2	Berfungsi	Tidak Berfungsi
3	Berfungsi	Tidak Berfungsi
4	Berfungsi	Tidak Berfungsi
5	Berfungsi	Tidak Berfungsi
6	Berfungsi	Tidak Berfungsi
7	Berfungsi	Tidak Berfungsi
8	Berfungsi	Tidak Berfungsi
9	Tidak Berfungsi	Tidak Berfungsi

Dari data yang diperoleh pada Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa jarak yang dapat dijangkau *IR Transmitter* dalam mengirimkan *IR Code* menuju AC adalah 8 meter. Sedangkan untuk jarak *user*

interface dalam melakukan pemantauan dan pengendalian AC tidak terbatas, dengan syarat masih berada dalam jangkauan jaringan *wifi* UMS. Untuk pengujian *software* dilakukan dengan menekan semua tombol pengendali yang terdapat pada web secara bergantian sebanyak 17 kali percobaan untuk melihat kesesuaian fungsinya. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian ketepatan fungsi tombol dan tampilan pada *user interface*

Nama	Jumlah Percobaan	Presentase Berhasil
Tombol on	17	100%
Tombol off	17	100%
Tombol mode auto	17	100%
Tombol mode cool	17	100%
Tombol mode dry	17	100%
Tombol mode fan	17	100%
Tombol mode heat	17	100%
Tombol smart	17	100%
Tombol turbo	17	100%
Tombol clean	17	100%
Tombol temperatur	17	100%
Tombol ventON	17	100%
Tombol ventOFF	17	100%
Tombol fanUP	17	100%
Tombol fanDown	17	100%
Tombol 30 menit	17	100%
Tombol 60 menit	17	100%
Tombol 90 menit	17	100%

Dari data yang diperoleh pada Tabel 3 terlihat bahwa semua tombol pengendali yang terdapat pada tampilan *web* telah bekerja sesuai dengan fungsinya dengan ketepatan mencapai 100% dari 17 kali percobaan. Namun respon pada tombol pengendali masih terlalu lama, hal ini disebabkan karena *script* yang terlalu panjang serta kapasitas memori yang kurang besar sehingga *web server* memerlukan waktu untuk memproses *script* tersebut. Faktor koneksi yang buruk juga dapat mempengaruhi respon yang terlalu lama.

3.2 Pembahasan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dibuktikan bahwa telah diwujudkan sebuah sistem pengendalian AC dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan *wifi* UMS sebagai jalur komunikasinya dan Arduino sebagai pengolah data dan perangkat pengendaliannya. *User interface* yang dibangun dalam sistem ini berupa halaman *web* yang dapat diakses dengan *web browser* dari berbagai perangkat, baik *smartphone* maupun komputer selama perangkat tersebut masih terhubung dengan *wifi* UMS. Hal ini memudahkan dalam pengendalian dan pemantauan AC, karena pengguna dapat berada dimana saja dalam area yang dijangkau oleh jaringan *wifi* UMS. Bila diinginkan agar AC yang dikendalikan berasal dari merk lain, hal ini dapat dilakukan dengan cara mengganti semua *IR Code* pada sistem sesuai dengan AC yang ingin dikendalikan. Agar proses pengendalian antara rangkaian Arduino dengan AC berjalan dengan optimal, maka kedua alat tersebut harus dalam jarak yang telah ditentukan. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa jarak yang paling jauh yang telah ditentukan adalah 8 meter tanpa penghalang.

Untuk memperoleh gambaran mengenai penghematan biaya listrik yang dapat diperoleh jika semua AC dimatikan saat tidak digunakan, berikut ini diberikan contoh perhitungan. Diasumsikan daya setiap AC 840 watt, biaya listrik Rp 1.500,-/kwh, jumlah kelas 30, jumlah AC di setiap kelas 2 buah. Berdasarkan asumsi tersebut biaya listrik setiap AC adalah Rp 1.260,-/jam ($0,84 \text{ kw} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp } 1500,-$). Bila semua AC dihidupkan sehari penuh dari jam 07.00 WIB sampai jam 18.00 WIB (tidak dimatikan saat jeda ishoma) maka biaya listriknya adalah Rp 831.600,-/hari ($30 \text{ kelas} \times 2 \text{ AC} \times 11 \text{ jam} \times \text{Rp } 1.260,-$). Bila AC dimatikan saat jeda ishoma ($2 \times 30 \text{ menit}$) maka biaya listriknya menjadi Rp 756.000,-/hari ($30 \text{ kelas} \times 2 \text{ AC} \times 10 \text{ jam} \times \text{Rp } 1.260,-$). Jadi dapat diperoleh penghematan sebesar Rp 75.600,-/hari ($\text{Rp } 831.600,- - \text{Rp } 756.000,-$) jika semua AC dimatikan saat jeda ishoma. Dalam sebulan (26 hari) penghematannya menjadi 1.965.600 ($26 \text{ hari} \times \text{Rp } 75.600,-$). Dari gambaran ini dapat diperkirakan besarnya penghematan biaya listrik jika semua AC di lingkungan UMS dapat dengan mudah dikendalikan pemakaiannya.

Implementasi sistem pada setiap ruang kelas hendaknya mempertimbangkan beberapa hal, di antaranya faktor keamanan menjadi prioritas utama mengingat biaya yang dikeluarkan untuk mewujudkan sistem ini cukup besar. Merujuk pada peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, dibutuhkan biaya sebesar Rp 352.500,- untuk mewujudkan satu perangkat dengan rincian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rincian harga peralatan

No.	Nama Alat	Harga
1	Arduino Mega 2560	Rp. 150.000,-
2	Ethernet Shield	Rp. 105.000,-
3	Breadboard	Rp. 50.000,-
4	Kabel Jumper (10 pcs)	Rp. 10.000,-
5	IR Receiver	Rp. 3.000,-
6	IR Transmitter	Rp. 5.00,-
7	LDR	Rp. 20.000,-
8	9v Battery Baterai Clip Klip Adapter	Rp. 4.000,-
9	LM35 (Sensor Suhu)	Rp. 10.000,-

Berikutnya dianalisis perbandingan antara sistem yang telah dibangun dalam penelitian ini dengan sistem serupa yang telah dibangun sebelumnya dengan Raspberry Pi 3 (Setiawan, 2017). Arduino Mega 2560 memiliki *flash memory* sebesar 256 KB untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM yang digunakan untuk menyimpan data yang dapat dibaca dan ditulis dari *library*. Untuk menghubungkannya dengan jaringan *wifi*, Arduino Mega 2560 perlu dilengkapi dengan *Wifi Shield*, *Wifi Module*, atau *Ethernet Shield* yang dikombinasi dengan *Access Point*. Sedangkan Raspberry Pi 3 menggunakan CPU ARM Cortex-A53, dengan spesifikasi 64-bit Quad-Core berkecepatan 1,2 Ghz, dan RAM sebesar 1 GB. Pada Raspberry Pi 3 sudah tersedia fasilitas *wifi* 802.11 b/g/n sehingga tidak diperlukan perangkat tambahan untuk membangun konektivitas dengan jaringan *wifi*. Namun keunggulan fasilitas itu harus dibayar dengan biaya pembuatan yang lebih tinggi, yaitu sebesar Rp 641.500,-.

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa keterbatasan ukuran memori pada Arduino Mega 2560 dapat menimbulkan masalah besar. Hal ini terjadi saat merekam *IR Code* AC menggunakan *IR Receiver*. Setiap merek AC memiliki spesifikasi *IR Code* yang berbeda, yang kemudian berpengaruh pada ukurannya. Contoh perbedaan ini dapat dilihat di Gambar 9 (*IR Code* AC di Ruang Dosen FKI) dan Gambar 10 (*IR Code* AC di Ruang Pendadaran FKI). Semakin besar ukuran *IR Code* semakin besar pula ruang memori yang dibutuhkan. Jika ukurannya cukup besar (seperti di Gambar 10) maka kapasitas memori Arduino Mega 2560 tidak mencukupi lagi untuk menyimpan dan mengolahnya.

```

AC Ruang Dosen
unsigned int poweron[] = {9336, 4164, 564, 1540, 560, 500, 564, 500, 564, 500, 564, 1536, 564, 500, 564, 496, 564, 500, 564, 500, 560, 500, 564, 500, 564, 500, 564,
496, 564, 500, 564, 496, 568, 496, 564, 1536, 564, 500, 564, 1540, 560, 1540, 564, 500, 564, 1536, 564, 500, 564, 1540, 560, 500, 564, 500, 564, 496, 564, 500, 564, };

```

Gambar 9. *IR Code* AC LG Ruang Dosen FKI

```

AC Ruang Pendadaran
unsigned int poweron[] = {604, 16200, 2996, 8964, 500, 492, 500, 1492, 500, 496, 496, 496, 496, 500, 496, 500, 520, 472, 524, 472, 524, 472, 524, 1464, 524, 468, 528,
468, 524, 1468, 524, 472, 520, 476, 520, 1488, 500, 1492, 500, 1492, 492, 1492, 500, 1492, 524, 472, 524, 468, 524, 472, 524, 468, 528, 468, 528, 468, 524, 468, 528,
468, 524, 476, 520, 472, 524, 496, 496, 496, 500, 496, 500, 496, 496, 496, 496, 500, 496, 500, 496, 496, 524, 472, 524, 472, 524, 468, 524, 472, 524, 472, 524, 468,
524, 472, 524, 472, 524, 472, 520, 476, 520, 496, 500, 496, 496, 496, 500, 496, 496, 1492, 496, 1496, 520, 1468, 528, 1460, 524, 2972, 2996, 8936, 528, 1464, 524, 472,
524, 472, 520, 476, 520, 472, 520, 492, 500, 496, 500, 496, 500, 496, 496, 496, 1492, 496, 500, 496, 500, 520, 1464, 528, 468, 528, 1464, 524, 1464, 524, 1464, 524, 1468,
524, 1488, 500, 1492, 496, 500, 496, 496, 496, 500, 496, 496, 496, 496, 500, 524, 472, 524, 468, 528, 468, 524, 472, 524, 468, 528, 468, 524, 472, 524, 472,
476, 520, 496, 496, 496, 500, 496, 500, 496, 496, 496, 500, 496, 500, 496, 496, 520, 476, 524, 468, 528, 468, 528, 468, 524, 468, 528, 468, 524, 472, 524, 472,
524, 472, 524, 472, 520, 476, 520, 492, 500, 500, 520, 2944, 3000, 8964, 496, 1492, 496, 500, 520, 472, 524, 472, 524, 552, 444, 524, 468, 528, 468, 524, 472, 524, 468,
536, 1456, 524, 472, 524, 472, 520, 1488, 504, 1488, 500, 1492, 492, 1496, 496, 496, 524, 1468, 524, 1464, 524, 1464, 528, 468, 524, 1468, 524, 468, 524, 1468, 524,
1488, 500, 496, 496, 496, 500, 496, 496, 1492, 496, 1496, 520, 1468, 524, 472, 524, 472, 524, 468, 524, 468, 528, 468, 524, 472, 524, 1468, 524, 472, 520, 496, 500,
1492, 496, 496, 496, 1492, 496, 1496, 520, 472, 524, 472, 528, 468, 524, 468, 528, 468, 524, 472, 524, 472, 524, 468, 524, 1468, 520, 1492, 500, 1472, 516, 1492,
524,};

```

Gambar 10. *IR Code* AC SAMSUNG Ruang Pendadaran FKI

Kendala lain yang ditemui saat pembangunan sistem ini adalah sulitnya memperoleh *Wifi Shield*, dan pemakaian *Wifi Module* yang tidak konsisten dan mudah rusak. Untuk mengatasi hal ini maka hubungan Arduino ke jaringan *wifi* dilakukan dengan *Ethernet Shield* yang disambungkan pada *Acces Point* menggunakan kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) Cross. Kedua masalah tersebut, yaitu keterbatasan memori dan kesulitan dalam membangun koneksi dengan jaringan *wifi*, menjadi kendala yang harus sungguh-sungguh dipertimbangkan jika sistem pengendali AC dari jarak jauh ini benar-benar akan direalisasikan.

4. PENUTUP

Dari hasil pengujian terhadap sistem pengendalian AC dari jarak jauh menggunakan Arduino Mega 2560 dan *wifi* ini dapat disimpulkan bahwa seluruh sistem yang telah dibangun berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sistem ini akan memudahkan karyawan dalam mengelola pengoperasian AC di setiap ruang kelas FKI UMS, dan sekaligus dapat meningkatkan efisiensi penggunaan listrik.

Ditemukan dua masalah berkaitan dengan spesifikasi Arduino Mega 2560 yang menjadi kendala dalam pembangunan sistem ini, yaitu ukuran memori yang terlalu kecil dibanding kebutuhan dan kesulitan dalam membangun koneksi dengan jaringan *wifi*. Masalah ini harus sungguh-sungguh dipertimbangkan jika sistem ini hendak diimplementasikan secara nyata.

Sistem pengendali peralatan dari jarak jauh, sebagaimana yang dibangun dalam penelitian ini, dapat dikembangkan lebih jauh menjadi *multi controller* untuk mengontrol tidak hanya AC saja tetapi juga peralatan elektronik lain yang terdapat di ruang kelas seperti lampu, kipas angin, dan proyektor LCD. Dapat pula dilakukan pengembangan lebih jauh lagi, misalnya memanfaatkannya untuk membuat sistem pencatatan kehadiran online mahasiswa dan dosen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanto & Nurfiana (2015). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya Pada Kandang Puyuh Berbasis Arduino Uno, *Jurnal Informatika*, 15(1), 1-9.
- Banzi, M. (2008). *Getting Started With Arduino*, First Edition, E-Book, O'Reilly Media, Inc: USA, ISBN: 978-0-596-15551-3, 1-130.
- Dai, B., Chen, R.C., & Yang, W.B. (2016). Using Arduino to Develop a Bluetooth Electronic Scale for Water Intake, *2016 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*. DOI: [10.1109/IS3C.2016.192](https://doi.org/10.1109/IS3C.2016.192), 751–754.
- Djuandi, F. (2011). *Pengenalan Arduino*, E-book, www.tobuku.com, Offset, 1-24.
- Elektronika Dasar (2016). *Sensor Suhu IC LM35*, diakses pada 14 Maret 2018, <http://elektronika-dasar.web.id/sensor-suhu-ic-lm35/>
- Mybotic. (2016). *LDR Sensor Module Interface With Arduino*, diakses pada 14 Maret 2018, <http://www.instructables.com/id/LDR-Sensor-Module-Users-Manual-V10/>
- Pandikkumar, A., Lavanya, P.L., Nandhitha, R., & Karishma, T. (2017). Smart Air Conditioning Web Controller System, *SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering (SSRG-IJECE)*, 4(3), ISSN: 2348-8549, 16-18.
- Saputro, R.D., & Muhammad, H. (2017). *Pengendali Proyektor Lcd Dari Jarak Jauh Dengan Wifi Dan Arduino* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Setiawan, S., & Muhammad, H., (2017). *Pengendalian AC Jarak Jauh Menggunakan Raspberry Pi Dan Jaringan Wifi* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Store arduino (2018). *Arduino Mega 2560 Rev3*, diakses pada 14 Maret 2018, <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>
- Supriyono, H., Hidayati, A. & Irsyadi, F.Y.A. (2014). Monitoring Jarak Jauh Ketinggian Zat Cair Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dengan Tampilan Pc, *Jurnal Buana Informatika*, 5(1), DOI: [10.24002/jbi.v5i1.341](https://doi.org/10.24002/jbi.v5i1.341).
- Tsauqi, A.K., Hadijayael, M., Manuel, I., Hasan, V.M., Tsalsabila, A., Chandra, F., dkk (2016). Saklar Otomatis Berbasis Light Dependent Resistor (Ldr) Pada Mikrokontroler Arduino Uno, *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, 5, ISSN: 2339-0654, DOI: [10.21009/0305020105](https://doi.org/10.21009/0305020105), 19-24.